

不同产地芡实药材水溶性蛋白质的含量分析^Δ

陈蓉^{1*}, 陈伟², 吴启南^{3#}(1.苏州市食品药品检验所, 江苏苏州 215104; 2.苏州市中医医院, 江苏苏州 215009; 3.南京中医药大学药学院, 南京 210046)

中图分类号 R284.1; R927.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2015)24-3403-04

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2015.24.32

摘要 目的: 对不同产地芡实药材的水溶性蛋白质含量进行分析。方法: 以低温研磨提取芡实药材的水溶性蛋白质, 以牛血清白蛋白为对照, 用考马斯亮蓝 G-250 显色, 采用可见分光光度法测定不同产地芡实药材中水溶性蛋白质含量, 并应用聚类分析法对结果进行分析。结果: 牛血清白蛋白质量浓度在 0.005 01~0.150 3 mg/ml 范围内与其吸光度值呈良好的线性关系($r=0.999\ 2$); 精密密度、稳定性、重复性试验的 $RSD \leq 2.04\%$; 平均加样回收率为 98.95%, RSD 为 1.76% ($n=6$)。样品中水溶性蛋白质的含量平均值为 0.457 7 mg/g。聚类分析结果显示, 长江流域的芡实水溶性蛋白质含量较高, 南方芡实次之, 而北方芡实的水溶性蛋白质含量最少。结论: 该方法简便可靠、重复性好, 适用于芡实药材中水溶性蛋白质的含量测定。

关键词 芡实; 水溶性蛋白质; 含量测定; 考马斯亮蓝法

Analysis of the Content of Water-soluble Proteins in *Euryale ferox* from Different Regions

CHEN Rong¹, CHEN Wei², WU Qi-nan³(1. Suzhou Institute for Food and Drug Control, Jiangsu Suzhou 215104, China; 2. Suzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Jiangsu Suzhou 215009, China; 3. School of Pharmacy, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210046, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To analyze the content of water-soluble proteins in *Euryale ferox* from different regions. METHODS: The water-soluble proteins in *E. ferox* were extracted by cryogenic grinding. With the reference of bovine albumin, Coomassie brilliant blue G-250 was used for coloration, visible spectrophotometry was conducted to determine the content of water-soluble proteins in *E. ferox* from different regions and clustering analysis was used to analyze the results. RESULTS: The linear range of bovine albumin was 0.005 01-0.150 3 mg/ml ($r=0.999\ 2$) with the average recovery of 98.95% ($RSD=1.76\%$, $n=6$). $RSDs$ of precision, stability and reproducibility tests were no more than 2.04%. The average value of content of water-soluble proteins in samples was 0.457 7 mg/g. Cluster analysis showed that the content of water-soluble proteins in *E. ferox* from Yangtze River basin was higher, followed by the southward and the northward was the least. CONCLUSIONS: The method is simple, reliable and reproducible, and suitable for the content determination of water-soluble proteins in *E. ferox*.

KEYWORDS *Euryale ferox*; Water-soluble proteins; Content determination; Coomassie brilliant blue method

芡实为睡莲科植物芡 *Euryale ferox* Salisb 的干燥成熟种仁^[1]。营养成分以淀粉为主, 另富含蛋白质、氨基酸、多糖等。芡实中总氨基酸平均值为 103.33 mg/g, 游离氨基酸为 0.98 mg/g, 人体必需氨基酸种类齐全, 且比例均衡, 接近世界卫生组织/联合国粮农组织(WHO/FAO)标准模式^[2]。芡实蛋白富含多种必需氨基酸, 是一种结构比较平衡的优质膳食蛋白^[3]。芡实水溶性部位能通过上调细胞因子信号传导抑制蛋白-3(SOCS-3)、下调葡萄糖转运蛋白 1(GLUT1)及转化生长因子- β_1 (TGF- β_1) 在肾组织的表达水平来延缓糖尿病肾病的进展^[4-5]。水溶性蛋白质是芡实蛋白质中可以溶解于水的部分, 可以被人体直接吸

收利用。蛋白质含量测定最常见的方法包括凯氏法、福林酚法和考马斯亮蓝法等。本试验采用考马斯亮蓝法测定不同产地芡实水溶性蛋白质含量, 并进行聚类分析, 现报道如下。

1 材料

1.1 仪器

BT 125D 型十万分之一电子分析天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司); UV2000 紫外可见分光光度计(北京莱伯泰科仪器股份有限公司); PE Lambda 35 型紫外分光光度计(美国 PerkinElmer 公司); WH-1 型微型漩涡混合仪(上海沪西分析仪器厂有限公司); FSH-2A 型可调高速匀浆机(金坛市金南仪器

[12] 徐佳佳, 陆兔林, 王云峰, 等. 不同产地通关藤饮片中绿原酸及总酚酸的含量比较[J]. 中国药业, 2008, 17(23): 21.

[13] 贾晓斌, 陈彦, 李霞, 等. 中药复方物质基础研究新思路和方法[J]. 中华中医药杂志, 2008, 23(5): 420.

[14] 杨沫, 吴茜, 程菁菁, 等. 宣木瓜总三萜、齐墩果酸和熊果酸的含量测定[J]. 安徽中医学院学报, 2013, 32(4): 83.

(收稿日期: 2014-11-04 修回日期: 2015-01-08)

(编辑: 余庆华)

^Δ 基金项目: 国家科技支撑计划课题(No. 2011BAI04B06)

* 中药师。研究方向: 中药品质评价。电话: 0512-68223525。

E-mail: kedingyu@126.com

通信作者: 教授, 博士生导师。研究方向: 中药品质评价。电

话: 025-85811059。E-mail: qnlxw@yahoo.com.cn

厂);Universal-32R型高速冷冻离心机(德国Hettich公司)。

1.2 试剂

牛血清白蛋白(上海惠生生化试剂有限公司,批号:2012062525);考马斯亮蓝G-250(国药集团化学试剂有限公司,批号:20120817);磷酸为优级纯,95%乙醇为分析纯,试验用水均为双重蒸馏水。

1.3 药材

芡实样品来源于全国14个产地,经南京中医药大学药学院吴启南教授鉴定为睡莲科植物芡实*E. ferox* Salisb的干燥成熟种仁。芡实样品来源详见表1。

表1 芡实样品来源

Tab 1 Sources of *E. ferox*

编号	产地	批号	收集地
S1	四川成都	081108	安徽丰原铜陵中药饮片有限公司
S2	山东菏泽	081102	安徽丰原铜陵中药饮片有限公司
S3	安徽芜湖	081102	安徽丰原铜陵中药饮片有限公司
S4	河北安国	081108	安徽丰原铜陵中药饮片有限公司
S5	江西武穴	081102	安徽丰原铜陵中药饮片有限公司
S6	福建莆田	080930	莆田市华大食品有限公司
S7	四川中江	081102	安徽丰原铜陵中药饮片有限公司
S8	湖南益阳	081108	安徽丰原铜陵中药饮片有限公司
S9	广东肇庆	090201	安徽丰原铜陵中药饮片有限公司
S10	江苏苏州	080913	苏州市娄葑镇群力村
S11	江苏宝应	090813	江苏宝应市山阳镇
S12	江苏金湖	090813	江苏金湖县水中仙芡实加工厂
S13	江苏建湖	090813	江苏建湖九龙口生态区
S14	江苏浦口	081225	南京浦口区石桥镇
S15	对照药材	121421-200501	中国食品药品检定研究院

1.4 数据处理

利用Excel、ORIGIN 7.5和SPSS 18.0软件对15个产地的芡实药材水溶性蛋白质含量进行数据处理、分析。

2 方法与结果

2.1 考马斯亮蓝G-250显色剂的配制^[6]

精密称取100 mg考马斯亮蓝G-250,溶于50 ml 95%乙醇,再加入100 ml 85%磷酸,用双重蒸馏水稀释至1 000 ml。此溶液可在常温下放置1个月。

2.2 对照品溶液的配制

精密称取牛血清白蛋白50.10 mg,加双重蒸馏水溶解并定容至10 ml量瓶中;再精密吸取1 ml至10 ml量瓶中,加双重蒸馏水定容,配成浓度为0.501 0 mg/ml的对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备

称取干燥的芡实药材样品1 g,加3 ml双重蒸馏水研磨成匀浆,于4℃条件下,浸泡48 h^[7],又在4℃条件下,以半径为3 cm、11 000 r/min离心18 min,上清液为蛋白质粗提液,即得。

2.4 吸收波长的确定

精密量取“2.2”项下对照品溶液0.3 ml和“2.3”项下供试品溶液0.8 ml,分别置具塞试管中,用去离子水补充至1 ml。各试管中分别加入“2.1”项下考马斯亮蓝G-250显色剂5.0 ml,立即在漩涡混合器上混合,以相应的试剂为空白,于400~900 nm处扫描,确定测定波长为595 nm。全波长扫描图详见图1。

2.5 标准曲线的制备

精密吸取牛血清白蛋白对照品溶液(质量浓度为0.501 0 mg/ml)0.00、0.01、0.05、0.10、0.15、0.20、0.25、0.30 ml,用去离子水补充至1 ml。分别加入“2.1”项下考马斯亮蓝G-250显色剂5.0 ml,立即在漩涡混合器上混合;静置5 min后,用分光光度

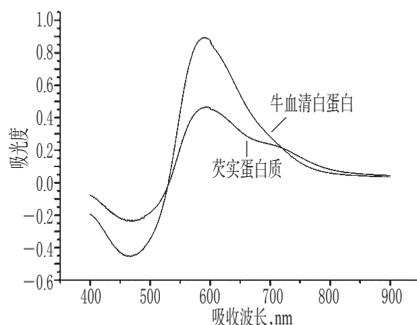


图1 蛋白质全波长扫描图

Fig 1 Full wavelength scan map of proteins

计测定各溶液在595 nm处的吸光度值。以牛血清白蛋白质量浓度(x, mg/ml)为横坐标、吸光度值(y)为纵坐标进行线性回归,得回归方程为 $y=4.018 4x-0.009 8$ ($r=0.999 2$)。结果,牛血清白蛋白质量浓度在0.005 01~0.150 3 mg/ml范围内与其吸光度值呈良好的线性关系。

2.6 方法学考察

2.6.1 精密度试验 精密吸取牛血清白蛋白对照品溶液(质量浓度为0.501 0 mg/ml)0.20 ml,用去离子水补充至1 ml,按“2.5”项下方法操作,重复6次,分别测定吸光度值。结果,RSD为0.19%,表明仪器精密度良好。

2.6.2 稳定性试验 精密称取芡实样品(S9)1 g,按“2.3”项下方法制备供试品溶液及再按“2.5”项下操作,分别在配制0、5、10、15、20、25、30、35、40、50、60 min测定吸光度值。结果,RSD为1.08%,表明供试品溶液在60 min内稳定性良好。

2.6.3 重复性试验 精密称取芡实样品(S9)6份,各1 g,按“2.3”项下方法制备供试品溶液,再按“2.5”项下操作分别测定吸光度值。结果,平均含量为0.473 2 mg/g,RSD为2.04%,表明本方法重复性良好。

2.6.4 加样回收率试验 精密称取芡实样品(S9)6份,各0.5 g,分别加入质量浓度为0.501 0 mg/ml的牛血清白蛋白对照品溶液0.5 ml,即含对照品0.250 5 mg,分别按“2.3”和“2.5”项下方法操作,测定吸光度值,并计算加样回收率,结果详见表2。

表2 加样回收率试验结果(n=6)

Tab 2 Average recovery test of sample(n=6)

称样量,g	样品含量,mg	加入量,mg	测得量,mg	加样回收率,%	平均加样回收率,%	RSD,%
0.500 2	0.237 4	0.250 5	0.486 9	99.60	98.95	1.76
0.500 4	0.237 5	0.250 5	0.491 6	101.44		
0.499 9	0.237 2	0.250 5	0.481 3	97.45		
0.499 8	0.237 2	0.250 5	0.479 5	96.73		
0.500 2	0.237 4	0.250 5	0.484 1	98.48		
0.500 3	0.237 4	0.250 5	0.487 9	100.00		

2.7 含量测定

准确称取样品(S1~S15)各1 g,按“2.3”项下操作制备供试品溶液,精密吸取各芡实供试品溶液(S1~S15)0.8 ml,0号加蒸馏水1 ml作为空白对照,分别加入考马斯亮蓝G-250显色剂5.0 ml,在漩涡混合器上充分混合,在分光光度计上测定各样品在595 nm处的吸光度值,平行测定3次。根据测出的吸光度值,计算样品中的蛋白质含量,结果详见表3。

由表3可知,各产地芡实水溶性蛋白质含量差异较大,平均值为0.457 7 mg/g。其中,S10江苏苏州的水溶性蛋白质含量最高,S15的含量最低。与笔者前期研究的芡实中氨基酸

表3 芡实水溶性蛋白质含量测定结果

Tab 3 Results of content determination of water-soluble proteins in *E. ferox*

编号	称样量,g	吸光度	质量浓度,mg/ml	含量,mg/g	RSD,%
S1	1.000 4	0.543	0.137 6	0.526 0±0.012 0	2.28
S2	0.999 6	0.208	0.054 2	0.229 3±0.006 2	2.71
S3	1.000 5	0.535	0.135 6	0.515 9±0.018 7	1.62
S4	1.000 1	0.230	0.059 7	0.261 5±0.005 9	2.25
S5	1.000 0	0.385	0.098 2	0.370 8±0.004 8	1.30
S6	0.999 7	0.460	0.116 9	0.440 0±0.008 6	1.96
S7	0.999 9	0.355	0.090 8	0.385 1±0.004 8	1.25
S8	0.999 6	0.586	0.148 3	0.640 9±0.004 5	0.71
S9	1.000 5	0.499	0.126 6	0.479 7±0.007 0	1.45
S10	1.000 4	0.737	0.185 8	0.692 5±0.004 6	0.66
S11	0.999 8	0.452	0.114 9	0.435 3±0.006 2	1.41
S12	1.000 1	0.526	0.133 3	0.666 9±0.009 5	1.43
S13	1.000 4	0.499	0.126 6	0.544 6±0.002 1	0.39
S14	1.000 1	0.575	0.145 5	0.551 5±0.010 2	1.85
S15	1.000 3	0.121	0.032 6	0.125 8±0.005 5	1.34
均值	1.000 1	0.447	0.113 8	0.457 7±0.003 1	0.68

含量^[2]相比,芡实中水溶性蛋白质含量很低,仅为万分之几,与游离氨基酸含量接近,而总氨基酸则达到了百分之十左右。其原因可能是总氨基酸来源于全部酸水解的蛋白质和肽类化合物,而本试验考虑到蛋白质受热变性,采用冰浴研磨,提取的基本为活性蛋白质,处理方法较为简便,且保证了提取物的准确性。

2.8 不同产地芡实水溶性蛋白质聚类分析

运用SPSS 18.0软件中的hierarchical cluster analysis对15个产地的芡实样品进行系统聚类,方法为组间平均,公式为平方欧式距离,得到不同样品的聚类分析图。15个产地芡实被聚为6类,详见图2。

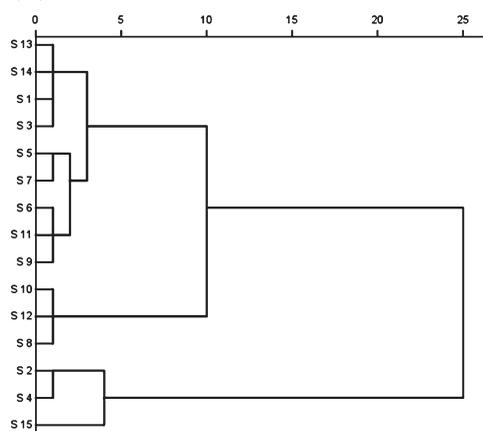


图2 不同产地芡实水溶性蛋白质聚类结果

Fig 2 Clustering results of water-soluble protein in *E. ferox*

第I类包括3个产地(S8、S10、S12),分别为湖南益阳、江苏苏州、江苏金湖,这一类产地水溶性蛋白质含量最高,均超过0.6 mg/g,其中江苏苏州的含量最高,达到0.696 6 mg/g。第II类包括4个产地(S1、S3、S13、S14),分别为四川成都、安徽芜湖、江苏建湖、江苏浦口,这一类产地水溶性蛋白质含量次之,均超过0.5 mg/g,其中江苏浦口的含量最高,达到0.545 7 mg/g。第III类包括3个产地(S6、S9、S11),分别为福建莆田、广东肇庆、江苏宝应,这一类产地水溶性蛋白质含量位列第3位,均超过0.4 mg/g,其中广东肇庆的含量最高,达到0.474 6

mg/g。第IV类包括2个产地(S5、S7),分别为江西武穴、四川中江,这一类产地水溶性蛋白质含量位列第4位,均超过0.3 mg/g,其中四川中江的含量最高,达到0.389 1 mg/g。第V类包括2个产地(S2、S4),分别为山东菏泽、河北安国,这一类产地水溶性蛋白质含量位列第5位,均超过0.2 mg/g,其中河北安国的含量最高,达到0.255 7 mg/g。第VI类包括1个产地(S15),为对照药材,其水溶性蛋白质含量最低,仅为0.122 0 mg/g。可能与其存放时间太久导致水溶性蛋白质减少有关。

综上所述,聚类分析结果可以认为芡实水溶性蛋白质含量有明显的产地差异,基本以长江流域的芡实水溶性蛋白质含量较高,南方芡实次之,而北方芡实的水溶性蛋白质含量最少,可能与气候、水环境以及种质差异有关。故产地从一定程度上可以解释芡实水溶性蛋白质的变异,同时结合氨基酸分析评价^[2],来判断其营养价值的高低。

3 讨论

本研究结果显示,各产地芡实水溶性蛋白质含量均较低,平均值为0.457 7 mg/g。蛋白质在0.005 01~0.150 3 mg/ml范围内与吸光度值呈良好的线性关系,复合物形成后的60 min内测定稳定性较好。聚类分析结果显示,芡实水溶性蛋白质含量有明显的产地差异,长江流域含量较高,南方芡实次之,而北方芡实的水溶性蛋白质含量最少。

考马斯亮蓝法是Bradford于1976年建立起来的测定蛋白质含量的方法,蛋白质在0~0.1 mg/ml范围内与吸光度值呈良好的线性关系,最低检出限为1 μg,且不受酚类、游离氨基酸和小分子的影响。考马斯亮蓝G-250是一种蛋白质染料,在游离状态下呈红色,最大吸收峰在465 nm,在酸性溶液中它与蛋白质通过范德瓦耳引力结合形成考马斯亮蓝G-250-蛋白质复合物时,其最大吸收峰改变为595 nm。染料与蛋白质结合迅速,大约为2 min,结合物的颜色在1 h内稳定。

样品处理方面可以考虑用PBS、HCl-NaCl缓冲液、Tris-HCl缓冲液等代替水提取蛋白质,减少pH等环境干扰。虽然考马斯亮蓝法有不少优点,但由于受到影响因素较多,优化出一套较好的试验条件并不容易。da Silva MA等^[8]对此法的机制进行了深入的研究,认为pH、时间、温度是本方法的重要变量。考马斯亮蓝G-250的溶解性与温度有一定的关系。但由于温度的影响具体操作有困难,本试验未对温度进行研究,确定了常用的低温4℃。在对植物组织粗提液进行可溶性蛋白质含量测定时,取样量应控制在一个适当的范围内,尽可能取样少些,以减少粗提液对测定结果可能带来的影响。

国内外对蛋白质的分离提取已有多年的研究历史,尤其对大豆蛋白^[9]、肉类蛋白^[10]等都有深入的研究。而对于芡实,除了在保鲜储藏、淀粉特性^[11]、多糖特性^[12]、中药指纹图谱^[13]等方面有相关论文发表外,对芡实蛋白质的研究,如酸性、水溶性、盐溶性蛋白含量等方面报道均较少。水溶性植物功能蛋白是一类具有高水溶性、高蛋白质含量、高热稳定性,以及强乳化能力(“三高一强”)的功能蛋白。芡实药材水溶性蛋白质的研究可为药食两用植物的资源综合利用提供新的方向。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 2010年版.北京:中国医药科技出版社,2010:151.
- [2] 陈蓉,吴启南,沈蓓.不同产地芡实氨基酸组成分析与营养价值评价[J].食品科学,2011,32(15):239.
- [3] 谭五丰,杜冰,谢蓝华,等.响应面法优化酶法提取芡实蛋

ICP-MS法同时测定感冒清热颗粒中14种常见金属元素的含量^Δ

周伟娥^{1*}, 谢巍¹, 杨立佼¹, 蒋受军^{2#} (1. 广西中医药大学药学院, 南宁 530299; 2. 玉林食品药品检验所, 广西玉林 537000)

中图分类号 R284.1; R927.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2015)24-3406-04
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2015.24.33

摘要 目的: 建立同时测定感冒清热颗粒中镁(Mg)、钙(Ca)、铬(Cr)、锰(Mn)、铁(Fe)、镍(Ni)、铜(Cu)、锌(Zn)、砷(As)、硒(Se)、镉(Cd)、锑(Sb)、钡(Ba)和铅(Pb) 14种常见金属元素含量的方法。方法: 采用微波消解-电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)法。样品用浓硝酸-双氧水(2:1, V/V)微波消解后采用ICP-MS法测定14种金属元素的含量, 以锂(Li)、钪(Sc)、锗(Ge)、钇(Y)、铟(In)、铋(Bi)、铊(Tb)混合溶液作为内标, 以灌木枝叶作为标准物质。结果: 该方法对14种金属元素的标准曲线相关系数 $r > 0.999 6$, 检出限在0.002~0.035 $\mu\text{g/L}$ 之间, 加样回收率在80.57%~104.2%之间, RSD在0.34%~2.71%之间。结论: 该方法专属性强、快速灵敏, 适用于感冒清热颗粒中14种常见金属元素含量的测定。6个批次样品中的重金属的总量都符合《药用植物及制剂进出口绿色行业标准》的要求。

关键词 微波消解; 电感耦合等离子体质谱; 感冒清热颗粒; 金属元素

Simultaneous Determination of the Content of 14 Common Metal Elements in Ganmao Qingre Granules by ICP-MS

ZHOU Wei-e¹, XIE Wei¹, YANG Li-jiao¹, JIANG Shou-jun² (1. College of Pharmacy, Guangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanning 530299, China; 2. Yulin Institute for Food and Drug Control, Guangxi Yulin 537000, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To establish a method for simultaneous determination of the content of 14 common metal elements (Mg, Ca, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sb, Ba and Pb) in Ganmao qingre granules. METHODS: Microwave digestion-inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) method was conducted. The samples were digested with concentrated nitric acid-hydrogen peroxide (2:1, V/V), and then ICP-MS was used to determine the mass concentration of 14 metal elements. Li, Sc, Ge, Y, In, Bi and Tb were used as internal standards, and branches and leaves of bush were used as standard substances. RESULTS: The correlation coefficient of the standard curves of 14 elements was larger than 0.999 6, detection limits were in the range of 0.002-0.035 $\mu\text{g/L}$, recoveries were in the range of 80.57%-104.2% and RSDs were in the range of 0.34%-2.71%. CONCLUSIONS: The method is specific, accurate and sensitive, and suitable for the content determination of 14 common metal elements in Ganmao qingre granules. The total mass concentrations of 6 batches of heavy metals are all meet the requirements of *Green Trade Standards of Importing & Exporting Medicinal Plants & Preparations*.

KEYWORDS Microwave digestion; ICP-MS; Ganmao qingre granules; Metal elements

- 白工艺[J]. 农业工程, 2014, 4(4): 82.
- [4] 韩利梅. 芡实对糖尿病肾病大鼠肾组织 SOCS-3、IGF-1 表达的影响[D]. 太原: 山西医科大学, 2014.
- [5] 董文华. 芡实对糖尿病肾病大鼠肾组织 GLUT1 及 TGF- β 1 表达的影响[D]. 太原: 山西医科大学, 2014.
- [6] 王丽娟, 刘训红, 丁玉华, 等. 麋角超细粉体表征及其水溶性蛋白质溶出度研究[J]. 南京中医药大学学报, 2010, 26(2): 132.
- [7] 曲春香, 沈颂东, 王雪峰, 等. 用考马斯亮蓝测定植物粗提液中可溶性蛋白质含量方法的研究[J]. 苏州大学学报: 自然科学版, 2006, 22(2): 82.
- [8] da Silva MA, Arruda MA. Mechanization of the Bradford reaction for the spectrophotometric determination of total proteins[J]. *Anal Biochem*, 2006, 351(1): 155.
- [9] 赵宇明, 姜俊, 张建新, 等. 光度法快速测定大豆水溶性蛋白质的研究[J]. 大豆科学, 2010, 29(1): 124.
- [10] 邱葵, 司天润. 用考马斯亮蓝测定动物药材中可溶性蛋白质含量方法初探[J]. 中国中医药信息杂志, 2007, 14(4): 49.
- [11] 张余, 侯长平, 孙艳辉, 等. 芡实淀粉糊黏度特性研究[J]. 中国粮油学报, 2010, 25(4): 20.
- [12] 陈蓉, 薛满, 陈伟, 等. 芡实多糖理化性质及抗氧化活性研究[J]. 中国药学: 英文版, 2014, 23(8): 578.
- [13] 陈蓉, 陈广云, 沈蓓, 等. 基于共有峰率和变异峰率双指标序列分析法的芡实红外指纹图谱研究[J]. 中国药房, 2012, 23(23): 2 141.

(收稿日期: 2014-12-05 修回日期: 2015-02-03)

(编辑: 余庆华)

^Δ 基金项目: 广西科学研究与技术开发计划项目 (No. 桂科攻 10124008-15)

* 硕士研究生。研究方向: 食品药品分析和安生性评价。E-mail: zhouweietj@126.com

通信作者: 主任药师, 博士。研究方向: 食品药品分析和安生性评价。电话: 0775-2827042。E-mail: 809433745@qq.com